

PUB-NO: JP02002239767A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002239767 A

TITLE: DEVICE FOR MONITORING LASER BEAM MACHINING AND ILLUMINATOR

PUBN-DATE: August 28, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

KANAMARU, TAKAO

YOSHIDA, KOICHI

ENOMOTO, MASAYUKI

NAKABAYASHI, TADAHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

KAWASAKI HEAVY IND LTD

APPL-NO: JP2001038574

APPL-DATE: February 15, 2001

INT-CL (IPC): B23 K 26/02; B23 K 26/06

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact device for monitoring in process on the basis of the image of a cutting state in a laser beam machining system, particularly in a laser beam welding system.

SOLUTION: An image pickup unit 14 is installed behind a machining head 5 in a way that the optical axis coincides with that of a machining laser beam device 2, illuminators 8 and 11 which illuminate the part machined with the laser beam are built in a nozzle 6 for blowing an assist gas, the part which is machined with the laser beam and illuminated with the illuminators is photographed, and the image is displayed. Further, it is also possible that the image pickup device 14 is provided with a first camera 12 which is so adjusted to be suitable for a recognition of the part machined with the laser beam and a second camera 13 which is so adjusted to be suitable for a recognition of the periphery of the part machined with the laser beam, and the image which shows the condition of the part machined with the laser beam is generated by composing image information photographed with respective cameras.

PUB-NO: JP02002239767A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002239767 A

TITLE: DEVICE FOR MONITORING LASER BEAM MACHINING AND ILLUMINATOR

PUBN-DATE: August 28, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

KANAMARU, TAKAO

YOSHIDA, KOICHI

ENOMOTO, MASAYUKI

NAKABAYASHI, TADAHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

KAWASAKI HEAVY IND LTD

APPL-NO: JP2001038574

APPL-DATE: February 15, 2001

INT-CL (IPC): B23 K 26/02; B23 K 26/06

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact device for monitoring in process on the basis of the image of a cutting state in a laser beam machining system, particularly in a laser beam welding system.

SOLUTION: An image pickup unit 14 is installed behind a machining head 5 in a way that the optical axis coincides with that of a machining laser beam device 2, illuminators 8 and 11 which illuminate the part machined with the laser beam are built in a nozzle 6 for blowing an assist gas, the part which is machined with the laser beam and illuminated with the illuminators is photographed, and the image is displayed. Further, it is also possible that the image pickup device 14 is provided with a first camera 12 which is so adjusted to be suitable for a recognition of the part machined with the laser beam and a second camera 13 which is so adjusted to be suitable for a recognition of the periphery of the part machined with the laser beam, and the image which shows the condition of the part machined with the laser beam is generated by composing image information photographed with respective cameras.

COPYRIGHT: (C) 2002, JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-239767

(P2002-239767A)

(43)公開日 平成14年8月28日(2002.8.28)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

ページ(参考)

B 2 3 K 26/02
26/06

B 2 3 K 26/02
26/06

C 4 E 0 6 8
A

審査請求 有 請求項の数9 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2001-38574(P2001-38574)

(22)出願日 平成13年2月15日(2001.2.15)

(71)出願人 000000974

川崎重工業株式会社

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

(72)発明者 金丸 孝夫

千葉県野田市二ツ塚118番地 川崎重工業株式会社野田工場内

(72)発明者 吉田 孝一

千葉県野田市二ツ塚118番地 川崎重工業株式会社野田工場内

(74)代理人 100104341

弁理士 関 正治

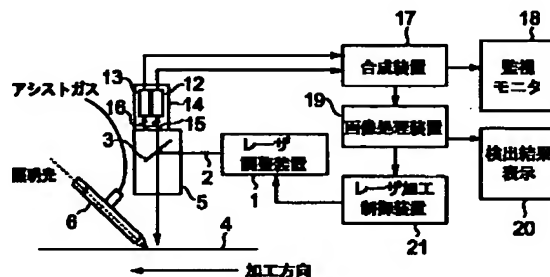
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レーザ加工モニタリング装置および照明装置

(57)【要約】

【課題】 レーザ加工システム、特にレーザ溶接加工システムにおいて、加工状態の映像に基づいてインプロセスでモニタリングするコンパクトな装置を提供する。

【解決手段】 加工ヘッド5の後部に加工用レーザ2と光軸が一致するように撮像装置14を設置し、レーザ加工部分を照明する照明装置8、11をアシストガス吹付けノズル6に組み込んで、照明装置により照明されたレーザ加工部を撮影して画像表示する。さらに、撮像装置14にレーザ加工部分の認識に適するように調整された第1のカメラ12とレーザ加工部周辺部分の認識に適するように調整された第2のカメラ13を備え、さらに各カメラにより撮影した画像情報を合成してレーザ加工部の状態を示す画像を生成するようにしてもよい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 加工ヘッド内に加工用レーザと光軸が一致するように配設された撮像装置と、アシストガス吹付けノズルに組み込まれてレーザ加工部分を照明する照明装置と、画像表示装置を備え、該照明装置に照明されたレーザ加工部を前記撮像装置により撮影して画像表示装置に表示するレーザ加工モニタリング装置。

【請求項2】 前記撮像装置が、レーザ加工部分の認識に適するように調整された第1のカメラとレーザ加工部周辺部分の認識に適するように調整された第2のカメラを備え、さらに前記レーザ加工モニタリング装置が各カメラにより撮影した画像情報を合成してレーザ加工部の状態を示す画像を生成する画像処理装置を備えることを特徴とする請求項1記載のレーザ加工モニタリング装置。

【請求項3】 前記照明装置の照明用光学系が前記アシストガス吹付けノズルの内部に設けられアシストガスが該照明用光学系の前方に供給されることを特徴とする請求項1または2記載のレーザ加工モニタリング装置。

【請求項4】 さらに、制御部を備え、該制御部が前記撮像装置で撮影した画像の情報に基づいてレーザ加工制御を行うことを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載のレーザ加工モニタリング装置。

【請求項5】 前記レーザ加工は溶接加工であることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載のレーザ加工モニタリング装置。

【請求項6】 前記制御部は、開先位置情報とレーザ照射位置情報に基づいて加工レーザ位置制御を行うことを特徴とする請求項5記載のレーザ加工モニタリング装置。

【請求項7】 前記画像処理装置が画像処理によって加工レーザ照射位置における貫通穴を検出し、報知することを特徴とする請求項5または6記載のレーザ加工モニタリング装置。

【請求項8】 前記画像表示装置が前記レーザ加工制御を行うために用いた画像処理結果を表示することを特徴とする請求項5から7のいずれかに記載のレーザ加工モニタリング装置。

【請求項9】 照明用光学系がアシストガス吹付けノズルの内部に設けられレーザ加工用アシストガスが該照明用光学系的前方から供給されてレーザ加工部分に吹き付けられるように構成したレーザ加工モニタリング装置用照明装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ加工状態を映像で表示するモニタリング装置と照明装置に関し、特にレーザ溶接加工に使用できるインプロセスモニタリング装置と照明装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、レーザ発振能力や出力制御能力が向上し、大量の加工データ蓄積が行われて、切断加工や溶接加工になどレーザ加工が普及してきた。特に、YAGレーザ溶接は、ファイバ導光が可能であるため工作位置の選定や変更が容易である点、数メートル毎分以上の高速溶接が可能なる点、接合部周辺の熱影響が少ない点など、多くの利点を有することから多様な製造分野で普及している。しかし、品質保証の観点からは、未だ溶接中（インプロセス）での監視技術、溶接線違いや溶接異常検知の技術が十分でなく、真に実用的な装置とするためにはこれらの技術の確立が求められている。

【0003】従来、溶接などにおけるレーザ加工状態をモニタリングするものとして、加工部近辺にレーザスリット光を投影して光切断面から開先などを検出する方法、溶接管製造において照明した開先部の撮像画面から開先端縁の近似曲線を求めて両端縁の曲線の交点を溶接位置と推定する方法（特開平9-182984）、溶接部からの発光あるいは加工レーザ光の反射光量変化を監視して異常を検知する方法（特開2000-42769）などが開示されている。

【0004】特開平9-182984の方法は、加工ヘッド前方に照明装置とカメラを設置する必要がある。また、特開2000-42769の方法は、レーザ加工に異常があると光強度に特有の変化が現れることに注目し、加工レーザと同軸に光学系を設けてレンズで集光した光をCCDに入射して得られる光強度に対応する電気信号に基づいて判定をするもので、画像情報を扱うものではない。さらに、これらの方法は開先や加工部をそれぞれ個別に観測するものであるから、加工部の監視と開先など加工部周辺の監視を行うためにはセンサの複合が必要となり、2つのセンサを取り付ける必要から加工ヘッドを大型化せざるを得ない。また、それぞれ異なる信号処理を行うため2個の情報処理装置が必要となる。

【0005】なお、本出願人は、特開平11-146387などにより、アーク溶接においてレーザスリット光投影による開先線検出と溶接点監視を同一視野で実現するアーク溶接加工モニタリング装置を開示している。この方法では、第1のカメラと第2のカメラはそれぞれ光の透過率の異なるNDフィルターを前面に取り付けてあり、両カメラで溶接部を撮影する。そして第1カメラで撮影したアーク部分の画像と第2カメラで撮影した溶融池や開先などアーク部分以外の画像とを合成してカラーモニターに表示する。この方法は、合成された単一の画像情報を用いて開先検出と加工点監視ができるが、溶接ヘッドの外側に検出ヘッドとスリット光投影器の設置する必要があるため、ヘッド部分の大型化は避けられない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】そこで、本発明が解決しようとする課題は、レーザ加工システム、特にレーザ

溶接加工システムにおいて、加工状態の映像に基づいてインプロセスでモニタリングするコンパクトな装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明に係るレーザ加工モニタリング装置は、加工ヘッド内に加工用レーザと光軸が一致するように配設された撮像装置と、アシストガス吹付けノズルに組み込まれてレーザ加工部分を照明する照明装置を備え、照明装置により照明されたレーザ加工部を撮影して画像表示することを特徴とする。本発明のレーザ加工モニタリング装置は、加工用レーザを加工部に導くために設けられる反射鏡を利用するなどして、加工用レーザと同軸位置に撮像装置を配置することにより、加工ヘッドに撮像装置を組み込んだ上に、レーザ加工に付随して用いられるアシストガスを加工部に供給するアシストガス吹付けノズルの内に照明装置を組み込んであるため、加工ヘッドの部分に余分な付属部品を設ける必要が無く、加工ヘッドをコンパクトに構成することができる。

【0008】本発明のレーザ加工モニタリング装置は、撮像装置により取得した画像情報に基づいた画像処理のみによって、開先位置、開先のギャップ量、加工レーザの照射位置、溶融部の形状、ビード幅、貫通穴の検出など、加工状態の監視や加工制御に必要な情報を得ることができる。また、本発明のレーザ加工モニタリング装置では、撮像装置にレーザ加工部分の認識に適するように調整された第1のカメラとレーザ加工部周辺部分の認識に適するように調整された第2のカメラを備え、さらに各カメラにより撮影した画像情報を合成してレーザ加工部の状態を示す画像を生成するようにすることができる。

【0009】レーザ加工では、加工部における輝度は加工部の周辺部分より際だって強いいため、1個のカメラで撮影すると画像中の周辺部分を明瞭に認識することが困難である。そこで、光軸をほぼ共有する2個のカメラを備えて、それぞれのカメラの前面に光学フィルタや光学絞りを設置したり感光素子の出力増幅率を調整したりして、第1のカメラを輝度の高いレーザ加工部に適合するように感度を調整し、第2のカメラを輝度の低い加工部の周辺部分に適合するように感度を調整することが好ましい。このような光軸を共有する2個のカメラが取得した画像は同じ領域を撮影しているため、そのまま重ねることにより、加工部とその周辺を1枚の画面に映し込んだ画像を取得することができる。

【0010】さらに、第1カメラの画像と第2カメラの画像を合成するときに、第1カメラで取得した画像中の加工部の領域を切り出し、第2カメラで取得した画像中の加工部以外の領域を切り出して、切り出した2つの領域を重ねるようにすると、加工部と加工部周辺部分の両方を明瞭に観察することができる1枚の画像を得ること

ができる。なお、アシストガス吹付けノズル内部の照明用光学系前方にアシストガス供給ノズルを設置することが好ましい。このような構成では、アシストガスが光学系前方から吹付けノズルの吹出し孔に流れるので、異物がノズル内に進入せず光学系が清浄に保たれるばかりでなく、ガスの流れにより光学系が不安定になることもない。

【0011】本発明のレーザ加工モニタリング装置は、さらに制御部を備えることによって、撮像装置が取得した画像情報に基づいた画像処理によって加工位置や加工条件の適否をリアルタイムで判定し、これに基づいてレーザ加工の自動制御を行うことができる。なお、本発明のレーザ加工モニタリング装置は、溶接加工を対象とすることができる。

【0012】このとき、撮像装置で取得した画像の基づいて生成した開先位置情報とレーザ照射位置情報に基づいて加工レーザ位置制御を行うようにしてもよい。開先と溶接部がそれぞれ明瞭な画像として得られているため、開先の位置に溶接ヘッドを導いて適切な溶接加工をすることができる。また、溶接部に形成される溶融部の形状や貫通穴の状態に基づいて加工条件の調整をオンラインで行うことができる。

【0013】特に貫通溶接や非貫通溶接を行う場合には、画像処理装置が画像処理によって加工レーザ照射位置における貫通穴を自動判定して報知するようにすることが好ましい。また、これらレーザ加工制御に用いた画像処理結果は画像表示装置に表示してオペレータが観察できるようにすることが好ましい。

【0014】本発明のレーザ加工モニタリング装置用照明装置は、照明用光学系がアシストガス吹付けノズルの内部に設けられることを特徴とする。本発明の照明装置は、レーザ加工に必須のアシストガス吹付けノズルに照明機能を複合するもので、加工ヘッドに余分な照明装置を付加する必要がないので、レーザ加工装置をコンパクトに構成することができる。ここで、レーザ加工用アシストガスを照明用光学系前方から供給してレーザ加工部分に吹き付けるように構成すると、光学系が安定かつ清浄を保持することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】本実施例は、本出願人が既に開示したアーク溶接用モニタリング装置をレーザ加工の特徴を利用してそれに適合するように改良したもので、加工部の映像によって加工状態の監視や加工制御を可能にしたものである。以下、実施例に基づいて本発明に係るレーザ加工モニタリング装置および照明装置を詳細に説明する。図1は本実施例のレーザ加工モニタリング装置のブロック図、図2は本実施例に用いるアシストガスノズルの説明図、図3は本実施例の装置を溶接に用いたときのレーザ加工部の合成画像の例を示す図面、図4は図3の合成画像から開先部の状態を検出する方法を説明する

図面、図5はレーザ加工時に貫通穴を検出する方法を説明する図面である。

【0016】図1に示すように、本実施例のレーザ加工装置は、レーザ光調整装置1から放射される加工用レーザ光2を加工ヘッド5の反射鏡3で反射して被加工部材4に照射する。レーザ加工、特にレーザ溶接加工では、加工品質に有害な金属プラズマの発生を抑えるために加工点に向けてヘリウムやアルゴンなどの不活性ガスをアシストガスとして吹き付ける必要がある。本実施例においても、加工進行方向前方にはアシストガスノズル6が

10 添設されていて、アシストガスを加工部に供給する。
【0017】アシストガスノズル6は、図2に示ような構造になっていて、筒状の本体7の一方の端部8に照明光を導入し、中央部側面に供給ノズル9を設けてアシストガスを供給する。アシストガスはもう一方の端部に設けられる噴出口10から加工部に吹き付けられる。照明光は照明光用光学系11により適当な収束光となって噴出口10から放射され、加工部を照明する。照明光は加工用レーザや加工により材料から発する熱放射線など

20 の波長の異なるものが好ましく、たとえば波長532nmの2〜3W出力YAG第2高調波レーザなどを使用することができる。照明光用光学系11はアシストガス供給ノズル9の後方に配置されるので、ノズル内のアシストガスの流れに影響されない。しかもアシストガスがシールガスの役割を果たすので光学系が加工時の飛散物などで汚れるのを防止して清浄に保持される。
【0018】加工ヘッド5には後部にカメラヘッド14

30 が取り付けられており、カメラヘッド14には2個のカラーカメラ12、13がセットされている。カメラは、光軸が加工用レーザと同軸になるように設置され、レーザ用反射鏡3を透過する光線を半透過鏡15や反射鏡16を介して入射し、加工部を中心とした同じ領域の画像情報を生成する。なお、レーザ用反射鏡3は加工用レーザの波長に対しては反射率が大きいその他の領域については透過率が比較的に大きい材質のものが選ばれる。また、2つのカメラ12、13はそれぞれ異なる波長領域に感度を有するフィルターを備えて、一方のカメラ（たとえば第1のカメラ12）で高輝度の加工部分を

6
2カメラで捉えた画像もそれぞれそのまま監視モニター18に表示することができる。

【0020】レーザ加工部とその周辺領域の画像情報から画像処理により得ることができる有用な情報として、加工レーザ照射位置、溶融部の形状・面積、貫通穴の検出、貫通穴の大きさ、溶接における開先位置、開先のギャップ、ビード幅、などがある。これらの情報は、検出結果表示装置20を介してオペレータに報知すると共に、レーザ加工制御装置21に送る。検出結果表示装置20は監視モニター18と同じのものであっても良い。レーザ加工部の画像と画像処理結果を重ねて表示すると、オペレータは加工状況をより的確に把握することができる。レーザ加工制御装置21は、レーザ調整装置1を制御して加工レーザ光の調整と加工ヘッドの位置調整を行うことにより、実時間加工制御を実行する。

【0021】たとえば、開先位置情報によってレーザ照射位置とワークの相対位置関係を制御して自動開先加工を行うことができる。また、開先位置情報とレーザ位置情報から目外れ量を測定してレーザ照射位置とワークとの相対位置関係を調整して目外れ修正を行うことができる。さらに、非貫通溶接を行っているときに貫通穴を検出すれば異常であると判断し、貫通溶接を行っているときに貫通穴が塞がっていれば異常と判断して、オペレータに警報する。なお、画像合成装置17と画像処理装置19は、1体のマイクロコンピュータで構成しても良いことはいうまでもない。

【0022】図3は、レーザ溶接を行っている状態を撮影した合成画像の典型例を示す図面である。第1カメラ12には可視光の長波長領域と赤外領域を透過するフィルタが用いられ、第2カメラ13には赤色光と赤外線をカットするフィルタが用いられている。このため、画像合成装置17により合成された画像のほぼ中央に加工用レーザが照射している加工部31が発熱のため明るく写っており、その周辺部に照明光に照らされた溶融池33があり、さらに後方に溶接ビード部分34がやや暗く写っている。ビーム照射部分に小さな暗い円があれば貫通穴32である。

【0023】レーザ加工熱により赤い光を発している部分の外側には溶接進行の前方から照射するYAG第2高調波レーザの照明光に照らされた材料表面35が写っている。開先部分36は照明光が届かないため暗黒に表示されている。また、照明光の照射領域の外側は暗黒部37となっている。なお、画像をさらに明瞭にするため、第1カメラ12に映像として現れている領域を第2カメラ13の画像から切り取り、その切り取った部分に第1カメラ12の画像を嵌め込んで1枚の画像を合成しても良い。

【0024】材料表面35は照明光の反射により明るくなっているのに対して、開先部分36からは光が反射しないため暗い。したがって、合成画像を用いて開先線3

6の位置とギャップすなわち開先幅Gを容易に求めることができる。図4の右側に示すような合成画像30において、開先36の方向に垂直な切断線A-A'を設定し、この切断線に沿って輝度変化を測定する。すると、図4の左側に示すように開先部分36が落ち込んだ形状になる。この落ち込んだ部分の幅が開先幅Gになる。

【0025】加工用レーザは加工部31の中心を照射しているから、合成画像から直ちにビーム照射位置Rを知ることができる。また、開先部36の中心線とビーム照射位置Rの距離が目外れ量Dである。カメラ画像ではビーム照射部31が最も輝度が高く溶融部33はその次に輝度が高い領域になっている。溶融部33とその外側の部分34との間には輝度差があるため、しきい値処理により溶融部の形状を確定することができ、溶融部の面積も容易に求めることができる。

【0026】貫通穴32は明るいビーム照射部分31の中に存在する暗い穴として適当なしきい値を使った処理により検出することができるが、高速で機械的に判断するために、図5に示す方法を用いても良い。すなわち、たとえば8×8の画素からなる領域を窓38として、画像の中心部分で窓38の位置を僅かに揺動させながら窓38の中心部39の平均明度と周辺にたとえば8箇所設定した画素40の平均明度の差を算出して、揺動中で最大の明度差を適当に定めたしきい値と比較して判定する。貫通穴32があればビーム照射部31より暗いので明度差が大きくなるから、簡単な演算で貫通穴の存否を直ちに判定することができる。さらに、溶融部33の後ろに続く溶接ビード部は表面が凸形状になっていて平面でないので、エッジ処理により境界線を検出することができる。写っている溶接ビード34の形状から溶接ビード幅Bを求めることができる。

【0027】こうして求めたレーザ加工の状態はオペレータの注意を喚起するため表示したり、加工制御装置に供給して自動制御運転に使用したりすることができる。近年、レーザ能力の増進に伴いレーザ加工速度が極めて高くなってきており、信頼の置けるインプロセス制御方法が切望されていたが、本実施例のレーザ加工モニタリング装置によれば、上記のようにインプロセスでレーザ加工制御を行うことができる。本実施例はレーザ溶接に適用したものであるが、本発明のレーザ加工モニタリング装置はレーザ切断やレーザ鑽孔など他の種類のレーザ加工においても同様に利用できることはいうまでもない。

【0028】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明のレーザ加工

モニタリング装置と照明装置は、加工ヘッド内に撮像装置を組み込み照明装置をレーザ加工に必須であるアシストガスノズルに組み込んで利用するものであるから、部品点数を削減し加工ヘッド部分も大型化せずに高度な溶接情報収集を行い、しかも得られた情報に基づいた画像処理のみによって有用な溶接情報を生成してレーザ加工の直接制御を行うことができるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例におけるレーザ加工モニタリング装置のブロック図である。

【図2】本実施例に用いるアシストガスノズルの断面図である。

【図3】本実施例の装置を溶接に用いたときのレーザ加工部の合成画像の例を示す図面である。

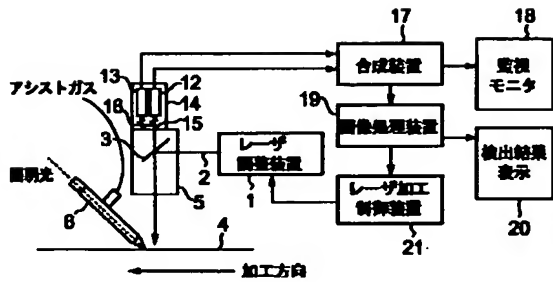
【図4】図3の合成画像から開先部の状態を検出する方法を説明する図面である。

【図5】本実施例においてレーザ加工時に貫通穴を検出する方法の1例を説明する図面である。

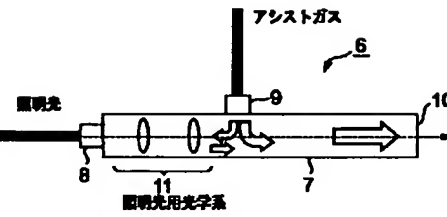
【符号の説明】

- 1 レーザ調整装置
- 2 加工用レーザ光
- 3 レーザ用反射鏡
- 4 被加工部材
- 5 加工ヘッド
- 6 アシストガスノズル
- 7 ノズル本体
- 8 照明光側端部
- 9 供給ノズル
- 10 噴出口
- 11 照明光用光学系
- 12, 13 カラーカメラ
- 14 カメラヘッド
- 15 半透過鏡
- 16 反射鏡
- 30 合成画像
- 31 レーザ照射部
- 32 貫通穴
- 33 溶融部
- 34 溶接ビード部
- 35 照明光照射部
- 36 開先部
- 37 照明の届かない部分
- 38 窓
- 39 中心画素部
- 40 周辺画素部

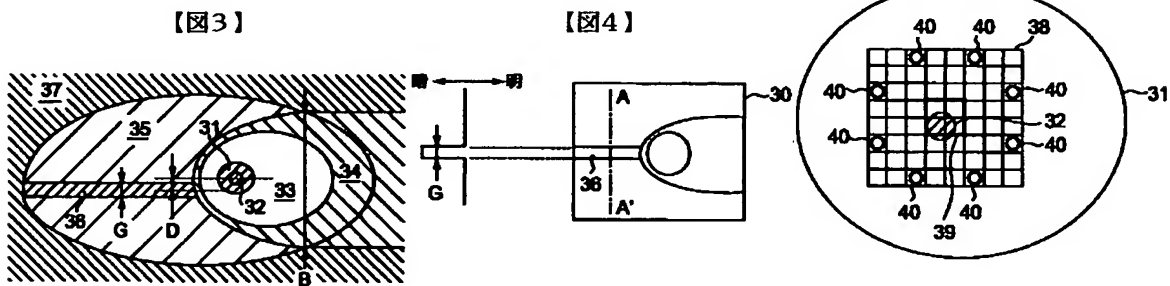
【図1】



【図2】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 榎本 雅幸
千葉県野田市二ツ塚118番地 川崎重工業
株式会社野田工場内

(72)発明者 中林 督博
千葉県野田市二ツ塚118番地 川崎重工業
株式会社野田工場内
Fターム(参考) 4E068 CA17 CC02 CD15

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the in process monitoring apparatus and lighting system which can be used especially for laser-welding processing about the monitoring apparatus and lighting system which display a laser-beam-machining condition with an image.

[0002]

[Description of the Prior Art] Laser oscillation capacity and output-control capacity improved in recent years, a lot of processing data accumulation was performed, and laser beam machining [processing / cutting processing, / welding] has spread. Since the fiber light guide is possible for especially YAG laser welding, it has spread in the various manufacture fields from having many advantages, such as a point that selection and modification of a machining location are easy, a point, in which high-speed welding more than several m per minute is possible, and a point with few thermal effects of the joint circumference. however -- from a viewpoint of QA -- yet -- the monitor technique of a under [welding (in process)], and ***** -- disagreeable -- the technique of the abnormality detection in welding is not enough, and in order to consider as very practical equipment, establishment of these techniques is called for.

[0003] Conventionally as what carries out monitoring of the laser-beam-machining condition in welding etc. How to project laser slit light near the processing section, and to detect a groove etc. from an optical cutting plane, How (JP,9-182984,A) to presume the intersection of the curve of a both-ends edge to be a welding location in quest of the approximation curve of the groove edge from the image pick-up screen of the groove section illuminated in welded tube manufacture, The approach (JP,2000-42769,A) of supervising the amount change of reflected lights of luminescence from a weld zone or a processing laser beam, and detecting abnormalities etc. is indicated.

[0004] The approach of JP,9-182984,A needs to install a lighting system and a camera ahead [processing HEDDO]. Moreover, if the approach of JP,2000-42769,A has abnormalities in laser beam machining, it does not judge based on the electrical signal corresponding to the optical reinforcement obtained by carrying out incidence of the light which prepared optical system in processing laser and the same axle, and condensed with the lens to CCD paying attention to a change peculiar to optical reinforcement appearing, and it does not treat image information. Furthermore, since these approaches observe a groove and the processing section according to an individual, respectively, in order to supervise the processing section circumferences, such as a monitor, a groove, etc. of the processing section, compound of a sensor is needed, and they cannot but enlarge a processing head from the need of attaching two sensors. Moreover, in order to perform signal processing different, respectively, two information processors are needed.

[0005] In addition, these people are indicating the arc welding processing monitoring apparatus which realizes the groove line detection and the welding point monitor by laser slit light projection with the same visual field in arc welding by JP,11-146387,A etc. By this approach, the 1st camera and 2nd camera have attached in the front face the ND filter from which the permeability of light differs,

respectively, and photo a weld zone with both cameras. And the image of the arc part photoed with the 1st camera and images other than arc parts, such as a molten pool, a groove, etc. which were photoed with the 2nd camera, are compounded, and it displays on a color monitor. Although groove detection and a processing point monitor can do this approach using the compounded single image information, since it is necessary to install a detection head and a slit light projector in the outside of the welding head, enlargement of a head part is not avoided.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Then, the technical problem which this invention tends to solve is offering the compact equipment which carries out monitoring in an in process based on the image of a processing condition in a laser-beam-machining system, especially a laser-welding processing system.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The laser-beam-machining monitoring apparatus which starts this invention in order to solve the above-mentioned technical problem is equipped with the image pick-up equipment arranged so that the laser for processing and an optical axis might be in agreement in a processing head, and the lighting system which is built into an assist-gas spraying nozzle and illuminates a laser-beam-machining part, and is characterized by photoing and carrying out image display of the laser-beam-machining section illuminated by the lighting system. By using the reflecting mirror prepared in order that the laser-beam-machining monitoring apparatus of this invention may lead the laser for processing to the processing section, and arranging image pick-up equipment in the laser for processing, and a coaxial location Since the lighting system is included in the inside of the assist-gas spraying nozzle which supplies the assist gas which built image pick-up equipment into the processing head, and is used along with laser beam machining upwards to the processing section, There is no need of preparing excessive attached components in the part of a processing head, and a processing head can be constituted in a compact.

[0008] The laser-beam-machining monitoring apparatus of this invention can acquire information required for the monitors and processing control of a processing condition, such as detection of a groove location, the amount of gaps of a groove, the exposure location of processing laser, the configuration of a fusion zone, bead width of face, and a through hole, only by the image processing based on the image information acquired with image pick-up equipment. Moreover, it has the 2nd camera adjusted so that it might be suitable for recognition of the 1st camera adjusted in the laser-beam-machining monitoring apparatus of this invention so that it might be suitable for image pick-up equipment at recognition of a laser-beam-machining part, and a laser-beam-machining section circumference part, and the image in which the image information further photoed with each camera is compounded, and the condition of the laser-beam-machining section is shown can be generated.

[0009] It is difficult to recognize the circumference part in an image clearly that the brightness in the processing section photos even the time with one camera from the circumference part of the processing section in laser beam machining since it is strong. Then, it is desirable to have two cameras which share an optical axis mostly, to install a light filter and an optical diaphragm in the front face of each camera, or to adjust the output amplification factor of a light-sensitive element, to adjust sensibility so that the laser-beam-machining section with high brightness may be suited in the 1st camera, and to adjust sensibility so that the circumference part of the low processing section of brightness may be suited in the 2nd camera. Since the image which two cameras which share such an optical axis acquired is photoing the same field, the image which projected the processing section and its circumference on the screen of one sheet is acquirable by piling up as it is.

[0010] Furthermore, when compounding the image of the 1st camera, and the image of the 2nd camera, start the field of the processing section in the image acquired with the 1st camera, and fields other than the processing section in the image acquired with the 2nd camera are started. If two started fields are piled up, the image of one sheet which can observe clearly both the processing section and a processing section circumference part can be obtained. In addition, it is desirable to install an assist-gas supply nozzle ahead of the optical system for lighting inside an assist-gas spraying nozzle. With such a

configuration, since an assist gas sprays from the front of optical system and flows to the blow-off hole of a nozzle, optical system is not only maintained at clarification, but a foreign matter does not advance into a nozzle and optical system does not become unstable by the flow of gas.

[0011] By having a control section further, by the image processing based on the image information which image pick-up equipment acquired, the laser-beam-machining monitoring apparatus of this invention can judge the propriety of a processing location or processing conditions on real time, and can perform automatic control of laser beam machining based on this. In addition, welding processing can be targetted for the laser-beam-machining monitoring apparatus of this invention.

[0012] At this time, it may be made to perform processing laser position control based on the groove positional information and laser radiation positional information of the image acquired with image pick-up equipment which were based and generated. Since the groove and the weld zone are obtained as a respectively clear image, the welding head can be led to the location of a groove and suitable welding processing can be carried out. Moreover, based on the configuration of a fusion zone and the condition of a through hole which are formed in a weld zone, processing conditions can be adjusted on-line.

[0013] When performing especially piercing welding and non-piercing welding, it is desirable that an image processing system carries out an automatic judging, and reports the through hole in a processing laser radiation location by the image processing. Moreover, as for the image-processing result used for these laser-beam-machining control, it is desirable that display on an image display device and an operator enables it to observe.

[0014] The lighting system for laser-beam-machining monitoring apparatus of this invention is characterized by preparing the optical system for lighting in the interior of an assist-gas spraying nozzle. Since the lighting system of this invention does not need to compound a lighting function with an assist-gas spraying nozzle indispensable to laser beam machining and does not need to add an excessive lighting system to a processing head, it can constitute laser-beam-machining equipment in a compact. Here, if it constitutes so that the assist gas for laser beam machining may be supplied from the front of the optical system for lighting and a laser-beam-machining part may be sprayed, optical system is stabilized and clarification can be held.

[0015]

[Embodiment of the Invention] This example is what improved the monitoring apparatus for arc welding which these people already indicated so that it might be suited using the description of laser beam machining, and enables the monitor and processing control of a processing condition with the image of the processing section. Hereafter, the laser-beam-machining monitoring apparatus and lighting system which are applied to this invention based on an example are explained to a detail. The drawing in which the example of the synthetic image of the laser-beam-machining section when the explanatory view of the assistant gas nozzle which uses drawing 1 for the block diagram of the laser-beam-machining monitoring apparatus of this example, and uses drawing 2 for this example, and drawing 3 use the equipment of this example for welding is shown, the drawing explaining how drawing 4 detects the condition of the groove section from the synthetic image of drawing 3, and drawing 5 are the drawings explaining how to detect a through hole at the time of laser beam machining.

[0016] As shown in drawing 1, the laser-beam-machining equipment of this example reflects the laser beam 2 for processing emitted from the laser beam adjusting device 1 with the reflecting mirror 3 of the processing head 5, and irradiates the workpiece 4-ed. In laser beam machining, especially laser-welding processing, in order to suppress generating of the metal plasma harmful to processing quality, it is necessary to spray inert gas, such as helium and an argon, as an assist gas towards a processing point. Also in this example, ahead [processing travelling direction] the assistant gas nozzle 6 is installed, and an assist gas is supplied to the processing section.

[0017] The assistant gas nozzle 6 has structure as shown in drawing 2, introduces the illumination light into one edge 8 of the tubed body 7, forms the supply nozzle 9 in a center-section side face, and supplies an assist gas. An assist gas is sprayed on the processing section from the exhaust nozzle 10 established in another edge. The illumination light turns into a suitable convergence light according to the optical system 11 for illumination light, is emitted from an exhaust nozzle 10, and illuminates the processing

section. That [illumination light's] from which the thermal radiation ray emitted from an ingredient by the laser for processing or processing and wavelength differ is desirable, for example, the 2 which is wavelength of 532nm - 2nd higher-harmonic laser of 3W output YAG etc. can be used. Since the optical system 11 for illumination light is arranged behind the assist-gas supply nozzle 9, it is not influenced by the flow of the assist gas in a nozzle. And since an assist gas plays the role of seal gas, it prevents that optical system becomes dirty from the debris at the time of processing etc., and is held at clarification.

[0018] The camera head 14 is attached in the processing head 5 at the posterior part, and two color cameras 12 and 13 are set to the camera head 14. A camera is installed so that an optical axis may turn into laser for processing, and the same axle, it carries out incidence of the beam of light which penetrates the reflecting mirror 3 for laser through the transfective mirror 15 or a reflecting mirror 16, and generates the image information of the same field centering on the processing section. In addition, although the reflecting mirror 3 for laser has a large reflection factor to the wavelength of the laser for processing, about other fields, the thing of the quality of the material in comparison with large permeability is chosen. Moreover, two cameras 12 and 13 equip a wavelength field different, respectively with the filter which has sensibility, catch the processing part of the high brightness in one camera (for example, the 1st camera 12), and catch a processing section circumference part with the camera (for example, the 2nd camera 13) of another side.

[0019] The image information of the 1st camera 12 and the 2nd camera 13 is incorporated by the image synthesizer unit 17, cuts off the field of the processing section caught with the 1st camera here, and the field of the processing section circumference part caught with the 2nd camera 13, respectively, and coalesces, and both the processing section and a circumference part make it the image information of one sheet which appeared clearly. At this time, it can also be made a legible image by ***** which performs respectively suitable color conversion. The image processing of it is carried out in an image processing system 19, and the compounded image extracts useful information to laser beam machining while displaying it on a surveillance monitor 18 and presenting observation of an operator with it. In addition, the image caught with the 1st camera and the 2nd camera can also be displayed on a surveillance monitor 18 as it is, respectively.

[0020] As useful information which can be acquired from the image information of the laser-beam-machining section and its boundary region by the image processing, there are detection of a processing laser radiation location, the configuration and area of a fusion zone, and a through hole, magnitude of a through hole, a groove location in welding, a gap of a groove, bead width of face, etc. Such information is sent to the laser-beam-machining control unit 21 while reporting it to an operator through the detection result display 20. The detection result display 20 may be the same as a surveillance monitor 18. If the image and image-processing result of the laser-beam-machining section are displayed in piles, an operator can grasp a processing situation more exactly. The laser-beam-machining control unit 21 performs real-time processing control by controlling the laser adjusting device 1 and performing adjustment of a processing laser beam, and justification of a processing head.

[0021] For example, a laser radiation location and the relative-position relation of a work piece can be controlled by groove positional information, and automatic groove **** can be performed. Moreover, the amount of eye blanks can be measured from groove positional information and laser positional information, the relative-position relation between a laser radiation location and a work piece can be adjusted, and eye blank correction can be made. Furthermore, if the through hole is closed while judging that it is unusual and performing piercing welding, if a through hole is detected while performing non-piercing welding, it will judge that it is unusual and an alarm will be carried out to an operator. In addition, it cannot be overemphasized that the image synthesizer unit 17 and an image processing system 19 may be constituted from a microcomputer of one body.

[0022] Drawing 3 is a drawing in which the example of a type of the synthetic image which photoed the condition of performing laser welding is shown. The filter which penetrates the long wavelength field and infrared region of the light is used for the 1st camera 12, and the filter which cuts red light and infrared radiation is used for the 2nd camera 13. For this reason, since the processing section 31 of the image compounded by the image synthesizer unit 17 to which the laser for processing is irradiating in

the center mostly is generation of heat, it has been reflected brightly, and there is a molten pool 33 compared with that periphery by the illumination light, and the weld bead part 34 is reflected further a little darkly back. If a dark small circle is in a beam exposure part, it will be a through hole 32.

[0023] The ingredient front face 35 compared with the illumination light of the 2nd higher-harmonic laser of YAG irradiated from the front of welding advance is reflected to the outside of the part which has emitted a red light by laser temperature increase by plastic working. Since the illumination light does not arrive, the groove part 36 is displayed on darkness. Moreover, the outside of the exposure field of the illumination light serves as dark space 37. In addition, in order to make an image still clearer, the field which has appeared as an image in the 1st camera 12 may be cut out from the image of the 2nd camera 13, the image of the 1st camera 12 may be inserted in the cut-off part, and the image of one sheet may be compounded.

[0024] Since light does not reflect from the groove part 36 to being bright by reflection of the illumination light, it is dark in the ingredient front face 35. Therefore, it can ask for the location of the groove line 36, and a gap G, i.e., groove width of face, easily using a synthetic image. In the synthetic image 30 as shown in the right-hand side of drawing 4, cutting-plane-line A-A' perpendicular to the direction of a groove 36 is set up, and brightness change is measured along with this cutting plane line. Then, it becomes the configuration where the groove part 36 fell as shown in the left-hand side of drawing 4. The width of face of this part that fell turns into the groove width of face G.

[0025] Since the laser for processing is irradiating the core of the processing section 31, it can know the beam exposure location R immediately from a synthetic image. Moreover, the center line of the groove section 36 and the distance of the beam exposure location R are the amounts D of eye blanks. By the camera image, as for the fusion zone 33, the beam exposure section 31 is [brightness] the highest the degree to the field where brightness is high. Since a brightness difference is between a fusion zone 33 and the part 34 of the outside, the configuration of a fusion zone can be decided by threshold processing, and it can ask also for the area of a fusion zone easily.

[0026] Although a through hole 32 is detectable with the processing using a threshold suitable as a dark hole which exists in the bright beam exposure part 31, in order to judge mechanically at high speed, the approach shown in drawing 5 may be used. That is, the difference of the average lightness of the pixel 40 set up eight places is computed on the outskirts of average lightness and the outskirts of a core 39 of an aperture 38 by using as an aperture 38 the field which consists of a pixel of 8x8, for example, making the location of an aperture 38 rock slightly by part for the core of an image, and it judges as compared with the threshold which was rocking and defined the greatest lightness difference suitably. Since it is darker than the beam exposure section 31 if there is a through hole 32 and a lightness difference becomes large, the existence or nonexistence of a through hole can be immediately judged by the easy operation. Furthermore, by the front face being a convex configuration, since the weld bead section which continues behind a fusion zone 33 is not a flat surface, it can detect a boundary line by edge processing. It can ask for the weld bead width of face B from the configuration of the weld bead 34 which is in a copy.

[0027] In this way, since the condition of laser beam machining for which it asked calls an operator's attention, it can be displayed, or can be supplied to a processing control unit and is applicable to automatic-control operation. Although it was anxious for the Inn process control approach that laser working speed is becoming very high with improvement of laser capacity, and reliance can be placed in recent years, according to the laser-beam-machining monitoring apparatus of this example, laser-beam-machining control can be performed in an in process as mentioned above. Although this example is applied to laser welding, it cannot be overemphasized that the laser-beam-machining monitoring apparatus of this invention can be similarly used in laser beam machining of other classes, such as laser beam cutting and a laser punch.

[0028]

[Effect of the Invention] Only the image processing based on the information which performed advanced welding information gathering, without reducing components mark and also enlarging a processing head part since the laser-beam-machining monitoring apparatus and lighting system of this

invention incorporate image pick-up equipment in a processing head, a lighting system is built into an assistant gas nozzle indispensable to laser beam machining and it uses, and was moreover acquired can generate useful welding information as explained above, and laser beam machining can be controlled now directly.

[Translation done.]